

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 882 808 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
09.12.1998 Bulletin 1998/50

(51) Int. Cl.⁸ C22C 38/38

(21) Numéro de dépôt: 98401272.4

(22) Date de dépôt: 28.05.1998

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• Adrien, Jacques
F-78150 Le Chesnay (FR)
• Remi, Bertrand
F-78490 Les Mesnuls (FR)

(30) Priorité: 04.06.1997 FR 9707138

(74) Mandataire: Bolvin, Claude
9, rue Edouard-Charlon
78000 Versailles (FR)

(71) Demandeur: Thyssen France SA
78310 Maurepas (FR)

(54) Procédé de fabrication d'un acier pour moules de grandes dimensions

(57) Cet acier est obtenu par fusion dans un four électrique, suivie d'une opération métallurgique secondaire dans une poche chauffante, cette opération étant elle-même suivie d'un dégazage sous vide inférieur à 1 torr, voire de 0,2 torr, d'un mélange ayant la composition suivante

Manganèse 1 à 3%, Silicium $\leq 0,400\%$, Phosphore $\leq 0,015\%$, Chrome 1,50 à 3,5%, Molybdène 0,25 à 1%; Niobium 0,100 à 0,250%, Titane ou Zirconium si nécessaire 100 à 300ppm, Cuivre $\leq 0,300\%$, Nickel $\leq 0,300\%$, Azote ≤ 80 ppm, Oxygène ≤ 80 ppm, Calcium ≤ 30 ppm, Bore 15 à 50 ppm, Carbone 0,10 à 0,25%, soufre $\leq 0,050\%$, Aluminium ≤ 250 ppm.

EP 0 882 808 A1

Description

Les moulistes et les transformateurs de matière plastique poussés par les exigences de l'industrie automobile et de l'industrie en général, par le développement des applications techniques "Plastique" dans le secteur automobile toujours plus important et par les défis technico-économiques croissants, ont de plus en plus besoin d'un acier pour moules permettant d'obtenir des moules ayant une dureté homogène sur son épaisseur (de 30 à 35 Hrc), épaisseur pouvant aller jusqu'à 700 mm voire plus.

Les délais de sortie d'un véhicule, toujours de plus en plus courts, posent également des problèmes en ce qui concerne la gérance des modifications en temps réel, l'usinabilité et la soudabilité.

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'un acier pour moules de grandes dimensions qui permet d'obtenir un acier résolvant ces difficultés.

Ce procédé est caractérisé en ce que l'acier est obtenu par fusion dans un four électrique, suivie d'une opération métallurgique secondaire dans une poche chauffante, cette opération étant elle-même suivie d'un dégazage sous vide inférieur à 1 torr, voire de 0,2 torr, d'un mélange ayant la composition pondérale suivante :

| | Fourchette préférée | Fourchette large |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| Manganèse | 1,50 - 2% | 1 à 3% |
| Silicium | 0,050 - 0,150% | ≤ 0,400% |
| Phosphore | ≤ 0,008% | ≤ 0,015% |
| Chrome | 2 à 2,40% | 1,50 à 3,5% |
| Molybdène | 0,35 - 0,50% | 0,25 à 1% |
| Niobium | 0,100 - 0,150% | 0,100-0,250% |
| Titane ou Zirconium si nécessaire | 100 à 200ppm | 100 à 300ppm |
| Cuivre | ≤ 0,100% | ≤ 0,300% |
| Nickel | ≤ 0,200% | ≤ 0,300% |
| Azote | ≤ 30 ppm | ≤ 80 ppm |
| Oxygène | ≤ 20 ppm | ≤ 80 ppm |
| Calcium | 5 à 20 ppm | ≤ 30 ppm |
| Bore | 20 à 30 ppm | 15 à 50 ppm |
| Carbone | 0,15 à 0,20 % | 0,10 à 0,25% |
| Soufre | ≤ 0,005 % | ≤ 0,050% |
| Aluminium | ≤ 40 ppm | ≤ 250 ppm |

Le complément étant du fer et les impuretés caractéristiques de la fabrication de l'acier.

On peut éventuellement soumettre le lingot obtenu après dégazage à une refusion par électrode consommable sous vide ou sous laitier, le lingot servant d'électrode consommable.

On peut aussi soumettre le lingot à une première refusion sous vide et ensuite à une seconde refusion sous laitier. L'invention a également pour objet un acier pour moules caractérisé en ce qu'il a la composition pondérale suivante.

| | Fourchette préférée | Fourchette large |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| Manganèse | 1,50 - 2% | 1 à 3% |
| Silicium | 0,050 - 0,150% | ≤ 0,400% |
| Phosphore | ≤ 0,008% | ≤ 0,015% |
| Chrome | 2 à 2,40% | 1,50 à 3,5% |
| Molybdène | 0,35 - 0,50% | 0,25 à 1% |
| Niobium | 0,100 - 0,150% | 0,100 - 0,250% |
| Titane ou Zirconium si nécessaire | 100 à 200ppm | 100 à 300ppm |
| Cuivre | ≤ 0,100% | ≤ 0,300 % |
| Nickel | ≤ 0,200% | ≤ 0,300 % |
| Azote | ≤ 30 ppm | ≤ 80 ppm |
| Oxygène | ≤ 20 ppm | ≤ 80 ppm |
| Calcium | 5 à 20 ppm | ≤ 30 ppm |

(suite)

| | Fourchette préférée | Fourchette large |
|-----------|---------------------|------------------|
| Bore | 20 à 30 ppm | 15 à 50 ppm |
| Carbone | 0,15 à 0,20 % | 0,10 à 0,25 % |
| Soufre | ≤ 0,005 % | ≤ 0,050 % |
| Aluminium | ≤ 40 ppm | ≤ 250 ppm |

Le complément étant du fer et les impuretés caractéristiques de la fabrication de l'acier.

Dans l'acier selon l'invention les sulfures de manganèse sont de forme globulaire parfaitement répartis et les oxydes de forme globulaire sont encapsulés de préférence par des sulfures de calcium. Cet acier présente un double durcissement, un durcissement primaire par durcissement de la solution solide par insertion du Bore au cours de l'austénitisation et de la précipitation pendant la trempe de boro-carbures de type M23 (B.C)6, ces précipités très fins germent au cours de la trempe très énergique aux joints de grains de l'austénite du fait de leur structure cubique à faces centrées de paramètre $a \approx 10,6 \text{ \AA}$. Ces boro-carbures sont en relation d'orientation et en cohérence avec l'austénite de l'un des deux grains. Ce durcissement primaire est suivi d'un durcissement secondaire dû à une dispersion essentiellement de carbures, de nitrures, de carbo-nitrures fins de Niobium précipités de façon homogène au cours d'un revenu. Le Niobium, élément dispersoïde essentiel, introduit dans le cadre de l'élaboration de l'acier selon l'invention intervient dans le contrôle de la taille des grains, aussi bien lors du réchauffage que pendant les phénomènes de recristallisation; il augmente la trempabilité de l'acier selon l'invention et provoque un durcissement par précipitation. Le rôle du Niobium conjugué à celui du Bore est fondamental dans l'élaboration de l'acier selon l'invention et pour l'obtention des caractéristiques mécaniques évoquées ci-dessous.

L'acier selon l'invention possède une aptitude au grenage chimique à l'usinage, électro-érosif, excellente; il possède une aptitude au polissage de qualité (grain > 1200 suivi d'un polissage diamant grain de 8μ voire de 3μ). Il peut être nitruré, dureté > 60 Rc.

Les caractéristiques mécaniques obtenues sur le produit traité par trempe et précipitation entre 400° C et 600° C sont de :

Résistance à la traction $\geq 950 \text{ N/mm}^2$

Limite élastique 0,2 % $\geq 800 \text{ N/mm}^2$

Allongement sens épaisseur $\approx 10\%$ mini 5%

Résilience - valeur en K U sens épaisseur ≈ 10 Joules mini 5 Joules

Dureté Brinell en $\phi = 10\text{mm}$ / 3.000Kg - 290 à 330 -

Cet acier fait face à deux propriétés fondamentales pour les moules : polissabilité et grenabilité en grande partie liées à l'homogénéité de sa structure et au niveau de sa propreté inclusionnaire.

Sa mise en forme est de préférence effectuée par transformation thermo-mécanique telle que forgeage ou laminage ou moulage dans tous les cas de figure.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un acier pour moules de grandes dimensions, caractérisé en ce qu'il est obtenu par fusion dans un four électrique, suivie d'une opération métallurgique secondaire dans une poche chauffante, cette opération étant elle-même suivie d'un dégazage sous vide inférieur à 1 torr, voire de 0,2 torr, d'un mélange ayant la composition pondérale suivante :

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Manganèse | 1 à 3% |
| Silicium | ≤ 0,400 % |
| Phosphore | ≤ 0,015 % |
| Chrome | 1,50 à 3,5 % |
| Molybdène | 0,25 à 1% |
| Niobium | 0,100 - 0,250 % |
| Titane ou Zirconium si nécessaire | 100 à 300 ppm |

(suite)

| | |
|-----------|---------------|
| Cuivre | ≤ 0,300 % |
| Nickel | ≤ 0,300 % |
| Azote | ≤ 80 ppm |
| Oxygène | ≤ 80 ppm |
| Calcium | ≤ 30 ppm |
| Bore | 15 à 50 ppm |
| Carbone | 0,10 à 0,25 % |
| Soufre | ≤ 0,050 % |
| Aluminium | ≤ 250 ppm |

Le complément étant du fer et les impuretés caractéristiques de la fabrication de l'acier.

2. procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on soumet le lingot obtenu par dégazage à une refusion par électrode consommable sous vide ou sous laitier, le lingot servant d'électrode.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on soumet le lingot obtenu après dégazage à une première refusion par électrode consommable sous vide et à une deuxième refusion par électrode consommable sous laitier.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mise en forme est effectuée par transformation thermo-mécanique.
5. Acier pour moules de grandes dimensions, caractérisé en ce qu'il a la composition suivante.

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Manganèse | 1 à 3 % |
| Silicium | ≤ 0,400 % |
| Phosphore | ≤ 0,015 % |
| Chrome | 1,50 à 3,5 % |
| Molybdène | 0,25 à 1 % |
| Niobium | 0,100 - 0,250 % |
| Titane ou Zirconium si nécessaire | 100 à 300 ppm |
| Cuivre | ≤ 0,300 % |
| Nickel | ≤ 0,300 % |
| Azote | ≤ 80 ppm |
| Oxygène | ≤ 80 ppm |
| Calcium | ≤ 30 ppm |
| Boré | 15 à 50 ppm |
| Carbone | 0,10 à 0,25 % |
| Soufre | ≤ 0,0250 % |
| Aluminium | ≤ 250 ppm |

Le complément étant du fer et les impuretés caractéristiques de la fabrication de l'acier.

6. Acier pour moules de grandes dimensions selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il a la composition suivante.

| | |
|-----------|-----------------|
| Manganèse | 1,50 - 2% |
| Silicium | 0,050 - 0,150 % |
| Phosphore | ≤ 0,008 % |
| Chrome | 2 à 2,40 % |

EP 0 882 808 A1

(suite)

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Molybdène | 0,35 - 0,50 % |
| Niobium | 0,100 - 0,150 % |
| Titane ou Zirconium si nécessaire | 100 à 200 ppm |
| Cuivre | ≤ 0,100 % |
| Nickel | ≤ 0,200 % |
| Azote | ≤ 30 ppm |
| Oxygène | ≤ 20 ppm |
| Calcium | 5 à 20 ppm |
| Bore | 20 à 30 ppm |
| Carbone | 0,15 à 0,20 % |
| Soufre | ≤ 0,005 % |
| Aluminium | ≤ 40 ppm |

Le complément étant du fer et les impuretés caractéristiques de la fabrication de l'acier.

EP 0 882 808 A1

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 1272

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|--|--|--|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Clg) |
| A | EP 0 431 557 A (DAIDO TOKUSHUKO K.K.) 12 juin 1991 * le document en entier * | 1,5,6 | C22C38/38 |
| A | EP 0 648 853 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 19 avril 1995 * revendications 1-9 * | 1,5,6 | |
| A | EP 0 508 237 A (BETHLEHEM STEEL CORPORATION) 14 octobre 1992 * revendications 1-17 * | 1-6 | |
| A | FR 2 000 542 A (NIPPON KOKAN K.K.) 12 septembre 1969 * le document en entier * | 1 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Clg) |
| | | | C22C |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 11 septembre 1998 | Examinateur Lippens, M |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | | | |

EPO FORM 1503 03/82 (PMD/32)